

PAT-NO: JP360159127A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 60159127 A

TITLE: METHOD FOR CONTROLLING COOLING OF STEEL STRIP IN  
CONTINUOUS ANNEALING INSTALLATION

PUBN-DATE: August 20, 1985

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YUI, KATSUHIKO

IKEUE, HIROSHI

SHIMIZU, SHINICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NIPPON STEEL CORP

N/A

APPL-NO: JP59013907

APPL-DATE: January 28, 1984

INT-CL (IPC): C21D009/573, C21D011/00

US-CL-CURRENT: 266/90

ABSTRACT:

PURPOSE: To control the temp. of a steel strip so as to follow up accurately a target temp. by detecting the inlet side temp., welding point, tension and conveying speed of the steel strip in a cooling device and the temp. of a refrigerant and controlling the winding angle of the steel strip to cooling rolls.

CONSTITUTION: A steel strip 6 is cooled by passing the same through cooling rolls 1&sim;5 in which a refrigerant flows, via an inlet side bridle roll 16, and is ejected from an outlet side bridle roll 17. The inlet side temp. of the strip 6 is detected by a thermometer 7, the line speed by a speedometer 13, the tension of the strip 6 by a tension detecting meter 14, the refrigerant temp. of the cooling roll 3 by a refrigerant thermometer 15 and the welding point by a detector 9, respectively, in each prescribed period and the detected values are outputted to a control device 12. The device 12 determines the temp. of the strip 6 on the inlet and outlet sides of the respective rolls from the input data and a working schedule chart, calculates the contact length between

the strip 6 and the rolls 1&sim;5 in the respective rolls 1&sim;5, calculates the pressing rate of the rolls 2, 4 and moves hydraulic cylinders 10 by control devices 11 for hydraulic cylinders thereby adjusting the positions of the movable rolls 2, 4.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

DERWENT-ACC-NO: 1985-240832

DERWENT-WEEK: 198539

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Steel strip cooling control - by changing contact angle  
with cooling rolls according to strip characteristics

PATENT-ASSIGNEE: NIPPON STEEL CORP[YAWA]

PRIORITY-DATA: 1984JP-0013907 (January 28, 1984)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 60159127 A	August 20, 1985	N/A	008	N/A
JP 88014051 B	March 29, 1988	N/A	000	N/A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 60159127A	N/A	1984JP-0013907	January 28, 1984

INT-CL (IPC): C21D009/57, C21D011/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 60159127A

BASIC-ABSTRACT:

In control of a steel strip cooling device in which one or more steel strip cooling rolls (1,2,3,4,5) are placed in it, the work schedule concerning the strip carrying order, the strip dimensions, and the strip character values is memorised; the strip contact angle ( $\theta$ ) is calculated from a preparatively obtained formula; a controlling device for controlling the mechanism for changing the contact angle is attached; on the inlet side of the cooling rolls, a thermometer for the strip and a welded line detector are placed; in the coding device, a tension gauge, a thermometer for the cooling medium, and a strip speed meter are placed; number of the welded lines having passed, the dimension and the character values of the strip which are found from the work schedule, and the strip temp. on the inlet side of the rolls, strip tension, the cooling medium temp and the strip running speed are applied to the formula. Thus the strip contact angle on the cooling roll is calculated periodically, and the angle is changed based on the calculated value; and the angle is controlled while the welded line is running between the first roll (1) and the final (5).

ADVANTAGE - The temp. of the strip after having passed the cooling device is changed to the desired target value quickly, and the controlling accuracy is much improved.

⑨ 日本国特許庁 (J P)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭60-159127

⑫ Int. Cl.

C 21 D 9/573  
11/00

識別記号

1 0 1

庁内整理番号

7371-4K  
7371-4K

⑬ 公開 昭和60年(1985)8月20日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 連続焼鈍設備における鋼帯の冷却制御方法

⑮ 特 願 昭59-13907

⑯ 出 願 昭59(1984)1月28日

⑰ 発 明 者 湯 井 勝 彦 北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

⑱ 発 明 者 井 家 上 洋 北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

⑲ 発 明 者 清 水 晋 一 北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

⑳ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 大関 和夫

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

連続焼鈍設備における鋼帯の冷却制御方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 連続焼鈍設備内に設置され、内部に冷媒を循環させた1本ないし複数本の冷却用ロールに鋼帯を巻付け、該巻付け長さを変更させる機構を有する鋼帯の冷却装置を制御するに際し、鋼帯の搬送順序、寸法、物性値を記した作業予定表を記憶し、予め得られる関係式から巻付角を計算し、巻付角を変更させる機構を制御する制御装置を設け、該冷却用ロールの入側に鋼帯温度計、鋼帯の巻付け速度計を設け、該冷却装置内に鋼帯の張力計、冷媒温度計、鋼帯搬送速度計を設け、該装置通過本数と作業予定表から認識する通過中の鋼帯の寸法、物性値と冷却用ロール入側鋼帯温度、鋼帯張力、冷媒温度、鋼帯搬送速度とを前記関係式に代入して鋼帯の冷却用ロールに対する巻付角を定期的に計算し、その値に基づいて巻付角を変更する

に巻付角を制御することを特徴とする連続焼鈍設備における鋼帯の冷却制御方法。

(2) 前記制御装置内の関係式に新たに該冷却用ロール出側の制御調整目標温度を修正する式を付加し、該冷却用ロール出側に鋼帯温度計を設け、該冷却用ロール出側鋼帯温度計からの入力により定期的に出側の制御調整目標温度を修正し巻付角を再計算し、鋼帯の冷却用ロールに対する巻付角を修正することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の連続焼鈍設備における鋼帯の冷却制御方法。

(3) 冷媒を循環させた複数本の冷却用ロールにおいて、鋼帯の該冷却用ロールに対する巻付角が、連続するロールになるにしたがって大きくなるように制御することを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載の連続焼鈍設備における鋼帯の冷却制御方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

特開昭60-159127(2)

冷媒を貫流させた冷却用ロールに鋼帯を巻付けて鋼帯を冷却する冷却制御方法に関するものである。

(従来の技術)

連続熱処理装置においては、700℃前後の鋼帯を400℃前後に冷却する必要がある。この為に内部に冷却水を貫流させた金属ロールに鋼帯を接触させ、該ロールを移動させる事によって、該ロールと鋼帯との接触長を変え、所望の鋼帯温度を得ようとする冷却方法としては、特公開57・14414号公報及び特公開58-47457号公報記載の方法がある。

即ち、前者は該冷却装置出側に鋼帯の温度を検出する温度計を設置し、該温度計より得られる実測温度と、目標温度との偏差を求め、該偏差に基づいて鋼帯と冷却用ロールとの接触長を変更させるフィードバック制御であり、後者は該冷却装置入側にも鋼帯の温度を検出する温度計を設置し、入側実測温度を得る事により、前述のフィードバックで吸収しきれない温度変化を、フィードフォワード制御によっておこなおうとするフィードバ

ック制御とフィードフォワード制御を組み合わせた制御方法である。

しかしながら、従来法には、次のような欠点があり、充分消去のいくものではない。周知、上記した2つの従来法は、いづれも鋼帯の温度のみによって接触長さの制御を行なっている。これは、鋼帯の板厚やラインスピードが変更した場合、従来法は追従性が悪い事を意味する。なぜなら連続熱処理装置では、通板される鋼帯は、板厚、板質、ヒートサイクルなどが異なる鋼帯を連続したものであり、ラインスピードは、加熱炉、均熱炉、退火炉等の冷却装置以外の設備によって決定され、該冷却装置の能力によりラインスピードを変更する事は困難であるからである。

例えば、板厚が0.8mmから1.0mmへ変化した場合について説明する。鋼帯の温度は、800℃から400℃にまで該冷却装置によって下げられるものとする。ここで、内部に冷却水を貫流させた金属ロールに鋼帯を接触させる冷却方法では、冷却速度は100℃/sec程度であるという実験結果

がある。仮に冷却速度を100℃/secとすれば、400℃温度を下げるのに4秒かかる事になる。従って、接触点が該冷却装置を通過し、出側温度計に達するまでには、4～5秒程度かかると考えてよい。接触点が出側温度計に達するまでは、出側温度計が検出する温度は、板厚0.8mmの鋼帯のものであり、それは目標値には等しいため接触長は変更されない。接触点が出側温度計を通過した後、板厚1.0mmの鋼帯の温度が検出されるが必要冷却量が1.25倍になっているにもかかわらず、ロールとの接触長が板厚0.8mmの鋼帯の接触長と等しいため、実測温度は目標温度と大きくずれている。フィードバック制御では、この時点で制御機構が働き、接触長を変更させる。即ち、5秒前後の遅れを生じて制御が行なわれる事になる。ラインスピードは200m/min前後である事から、5秒遅れる事は約17mの鋼帯で大幅な温度低下を生じる事を意味する。

さらに、フィードバック制御を行う前述の従来

述のように大きな無駄時間を含む場合は、制御系の安定性確保のため、フィードバックゲインを小さくとらざるを得ず、その分実測値が目標値に追従するのがおそくなり、ここでも温度はずれとなる鋼帯が大きく生ずる事になる。従って、従来法では板厚等が大きく変化した場合、数cmの長さの鋼帯が温度はずれとなり、良好な品質を維持できない。

フィードバック制御のみで制御しようとした場合に生ずる上述のような欠点を防ぐために、フィードバック制御とフィードフォワード制御を組み合わせる事が考えられるが、前述の従来法は、該冷却装置入側の鋼帯の実測温度と目標温度との偏差に基づいてフィードフォワード制御を行なっているため、前述の例のように板厚が変化したのが冷却装置入側の目標温度には変化がない場合などには何ら効果を発揮する事ができない。

さらに、鋼帯の形状に与える影響を考えると、縦方向均一冷却が必要になるが、複数本の冷却用

図分を両方向均一冷却を実現すべく決定するという考え方は従来なかった。

(発明の目的)

本発明は従来法にみられる上記の欠点に鑑みてなされたものであり、

- ①温度はずれとなる鋼帯の長さを減少させる、
- ②両方向不均一冷却の発生を防止し、良好な形状の鋼帯の安定生産を行なう、

事を目的としたものである。

(発明の構成作用)

本発明は、連続焼鈍設備内に設置され、内部に冷媒を流させた１本ないし複数本の冷却用ロールに鋼帯を巻付け、該巻付け角度を変更させる機構を有する鋼帯の冷却装置を制御するに際し、

鋼帯の搬送順序、寸法、物性値を記した作業予定表を記憶し、予め得られている関係式から巻付け角を計算し、巻付け角を変更させる機構を有する鋼帯の冷却装置を制御する制御装置を設け、冷却用ロールの入側に鋼帯温度計、鋼帯の溶接線検出器を設け、冷却装置内に鋼帯の張力計、冷媒温度計、

特開昭60-159127(A)

鋼帯搬送速度計を設け、溶接線通過本数と作業予定表から認識する通過中の鋼帯の寸法、物性値と冷却用ロール入側鋼帯温度、鋼帯張力、冷媒温度、鋼帯搬送速度とを前記関係式に代入して、鋼帯の冷却用ロールに対する巻付け角を定期的に計算し、その値に基づいて巻付け角を変更すると共に、鋼帯の溶接線が冷却用ロールを通過中に巻付け角を制御すること；

前記制御装置内の関係式に新たに冷却用ロール出側の制御鋼帯目標温度を修正する式を付加し、冷却用ロール出側に鋼帯温度計を設け、該温度計からの入力により定期的に出側の制御目標鋼帯温度を修正し巻付け角を再計算し、鋼帯の冷却用ロールに対する巻付け角を修正して冷却精度を一層向上させること；

および冷却用ロールを複数本設置した場合において鋼帯の冷却用ロールに対する巻付け角を連続するロールになるにしたがって大きくなるように制御して良好な形状の鋼帯を安定生産すること；を要旨とするものである。

(実施例)

本発明の第１の実施例について説明する。巻付け角の計算方法は次のようにして求める。

即ち、１本の冷却用ロールにおいてロールと鋼帯との接触長さが $\delta$ の場合微小弧長 $d\theta$ の区間での熱収支を考えると単位時間に鋼帯 $\delta$ が放出する熱量 $dq_1$ と鋼帯 $\delta$ から冷媒へと流れる熱量 $dq_2$ は等しい。ここで $dq_1$ 、 $dq_2$ は各々次式で与えられる。

$$dq_1 = C_p \cdot \rho \cdot w \cdot \delta \cdot v \cdot \frac{dT}{d\theta} \cdot d\theta$$

$$dq_2 = -K(\delta, p) \cdot w \cdot (T - T_w) \cdot d\theta$$

但し  $C_p$ : 鋼帯の比熱

$\rho$ : 鋼帯の比重

$w$ : 鋼帯の幅

$\delta$ : 鋼帯の厚さ

$v$ : ラインスピード

$\delta$ : 接触長さ

$T$ : 微小弧長 $d\theta$ における鋼帯の温度

$D$ : ロール直径

$K$ : 熱伝達率(接触長さ $\delta$ とロール面圧 $p$ の関数)

$p$ : ロール面圧( $= \frac{\text{張力}}{D}$ )

$T_w$ : 冷媒の温度

従って冷却用ロール入側の鋼帯の温度を $T_p$ 、出側の温度を $T_\theta$ とすれば、

$$T_\theta = T_p + (T_p - T_w) / \exp \{ K(\delta, p) \cdot \delta / C_p \cdot \rho \cdot \delta \cdot v \} \dots (1)$$

となる。

ここで冷却用ロールでは、鋼帯からロールへの接触熱伝達、ロールシェル内の熱伝達、ロールシェルと冷媒との間の熱伝達の順で熱が移動することから、熱伝達率 $K(\delta, p)$ は、次式で与えられる。

$$K(\delta, p) = \left[ \frac{1}{k_1(p)} + \frac{\delta}{\pi \cdot D} \left( \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{k_2} \right) \right]^{-1} \dots (2)$$

但し  $k_1(p)$ : 冷却用ロールと鋼帯との接触熱伝達率

(ロール面圧 $p$ の関数)

$D$ : ロール直径

$\delta$ : ロールシェル厚み

$\lambda$ : シェル熱伝達率

$k_2$ : ロールシェルと冷媒間の熱伝達率

(1)、(2)式から、冷却用ロール入側の鋼帯表面温度が $T_{p0}$ であり、冷却用ロール出側の目標温度が $T_{\theta0}$ であった場合、鋼帯と冷却用ロールとの必要

鋼材長が算出できる。冷却用ロールを複数本用いて冷却する際には、あらかじめ定められた各ロールの冷却量( $\Delta T_1$ ,  $\sum \Delta T_1 = T_{Bp} - T_{D0}$ )により、各冷却用ロールでの鋼帯の入側温度、出側温度を決める事により、各ロールでの必要接触長は異なるのが通例である。

#### 特開昭60-159127(4)

前述した冷却制御方法の適用手順を第1図を用いて説明する。

第1図は5本の冷却用ロールを用いた実施例である。前工程から搬送されてきた鋼帯8は入側プラインロールを通過し、内部に冷媒を貫流させた冷却用ロール1～5を通過し、出側プラインロール17を通過して次工程に搬送される。冷却用ロールの入側には鋼帯温度計7と溶接線検出器9が取付けられ制御装置12に接続されている。移動可能ロールは底2冷却用ロール2と底4冷却用ロール4で、制御装置12から、押込臂が巻付角から変換されて油圧シリンダ制御装置11-1, 11-2にインプットされ、油圧シリンダ10-1, 10-2を移動させる。

なお鋼帯搬送速度は鋼帯搬送速度計13から、鋼帯張力は鋼帯張力計14から、冷媒温度は冷媒温度計15からそれぞれ制御装置にインプットされる。

なお本発明の冷却装置とは入側プラインロール18から出側プラインロール17までをいう。

本実施例は以上の設備構成により次の様な手順で行われる。なお冷却装置の諸元は第2図に示す通りである。

制御装置12は、ある定められた周期毎に、冷却装置入側にある鋼帯温度計7から鋼帯の入側温度 $T_{Bp}$ を、鋼帯搬送速度計13からラインスピードを、張力検出計14から鋼帯にかけられた張力を、冷媒温度計15から冷媒の温度 $T_w$ を取り込み、さらに、溶接線検出器9を通過した溶接線の数と作業予定表から、現在冷却装置を通過中の鋼帯の作業量を知り、前記作業予定表から、鋼帯の比熱 $C_p$ 、比重 $\rho$ 、幅 $W$ 、厚さ $d$ 、冷却装置出側目標温度 $T_{D0}$ を取り込む。しかる後に冷却量の配分により各ロール入側及び出側の鋼帯の温度を決定する。各ロール入側及び出側の鋼帯温度から、前述の方法を用いて、各ロールにおける鋼帯とロールとの接触長 $L_1$ を算出する。 $L_1$ を用いて、第2ロール、第4ロールの押込長 $H_2$ ,  $H_4$ を各々次式で算出する。

$$H_1 = D + (L_{\sin}(\theta_1/2) - D) / \cos(\theta_1/2) \quad 1=2, 4 \dots (3)$$

但し、 $L_1$ は冷却用ロール間距離

$$\theta_1 \text{ は第1ロールの巻付角 } (\theta_1 = 2 \cdot L_1 / D)$$

ラインスピード $V$ や入側温度 $T_{Bp}$ が変化した場合には、今回計算して得られた押込長 $H_2$ ,  $H_4$ を、計算が終了しだい油圧シリンダ制御装置11に伝え、油圧シリンダ10を動かして、可動ロール2, 4の位置を調整する。又、溶接線検出器9が溶接線を検出した際には、次の鋼帯の時の可動ロール押込長 $H_2$ ,  $H_4$ を上記と同様の平均により求め、さらに、ラインスピード $V$ を用いて予じめ算出された溶接部が可動ロール2に巻きつく時点に押込長 $H_2$ を、又、溶接部が可動ロール4に巻きつく時点に押込長 $H_4$ を含む油圧シリンダ制御装置11に伝え、油圧シリンダ10が可動ロール2, 4を各々のタイミングで移動させるようにする。

以上の説明でわかるように、本実施例による方法では、次のような利点がある。

① 溶接線が冷却装置に入る時刻がわかるため、溶接線が冷却用ロールに巻き付いている時に可動ロールを動かすことができ、溶接部の形状を鋼材時間

が発生しない。

② 冷却用ロール出側の鋼帯温度の目標値と実績値との偏差に基づいて制御を行なう従来法では、例えば板厚が0.8mmから1.0mmへと変化したような場合に、1.0mmの鋼帯での必要接触長を予め知る事ができず、可動ロール押し込み量を徐々に減らしていくため、最終的に1.0mmの鋼帯の場合に必要な接触長を得るのに時間がかかるが、本実施例による方法では、予め必要接触長を算出できるため、可動ロール移動に要する時間が短かくてすむ。

このように、本実施例による方法を用いれば、温度はずれとなる鋼帯が従来法に比べ著しく減少する。

次に、本発明の第2の実施例を図3図を用いて説明する。

図3図は冷却用ロール出側に鋼帯温度計8を設け、その値は第1図と同じである。

前述の実施例は、鋼帯の比熱や比重、鋼帯とロールとの接触熱伝達率、シエルの熱伝導率等を用いているが、これらの値は、装置状況や鋼帯など

とは若干異なっている。そこで実績温度 $T_{op}$ を可調整パラメータ $G$ を用いて、

$$T_{op} = GP(H_2, H_4) \quad \dots (5)$$

と表わす。(但し、 $P(H_2, H_4)$ は前式と同じ関数)

制御時刻 $k$ において実績温度 $T_{op}(k)$ が $T_{op}(k)$ 、可動ロール2, 4の押し込み量は $H_2(k)$ 、 $H_4(k)$ であったとすると、制御時刻 $k$ における可調整パラメータ $G(k)$ は

$$G(k) = T_{op}(k) / P(H_2(k), H_4(k)) \quad \dots (6)$$

で求める事ができる。

上式で算出された可調整パラメータ $G(k)$ は、次式によって平滑化される。

$$\tilde{G}(k) = (1-\alpha)\tilde{G}(k-1) + \alpha G(k) \quad \dots (7)$$

但し、 $\tilde{G}(k)$ は制御時刻 $k$ における平滑化された可調整パラメータ

$\alpha$ は平滑化係数

しかるのちに、目標温度 $T_{do}$ を修正された目標温度 $T_{dp}/\tilde{G}(k)$ で置き換え、本発明の第1実施例の方法を用いて押し込み修正値 $\tilde{H}_2(k)$ 、 $\tilde{H}_4(k)$ を算出し、

特開2006-159127(5)

により、微妙にばらつくものである。従って、冷却装置を通過した後の鋼帯の温度も、目標温度とは微妙に異なっている。制御精度目標が厳しい場合には、上記のように外乱による影響を取り除く事を考えなければならぬ。本実施例は上記のような欠点を解決するために考案されたものであり、前記実施例の冷却制御精度を一層向上させる事を目的とするものである。

即ち、(1)、(2)式から、冷却ロール出側の鋼帯の温度は、鋼帯とロールとの接触長により決定される事がわかる。又、(3)式より、接触長は可動ロール押し込み量 $H_2$ 、 $H_4$ が決まれば決定される。従って、冷却用ロール出側の鋼帯の温度 $T_b$ は第2、第4ロールの押し込み量の関数として $T_b = F(H_2, H_4) \quad \dots (4)$ と表わされる。

鋼帯出側温度 $T_b$ に鋼帯出側目標温度 $T_{do}$ を代入し、ロール押し込み量を求める第1の実施例によれば、鋼帯の出側温度 $T_b$ は目標温度 $T_{do}$ になるはずであるが、出側温度計8によって測られた出側実績温度 $T_{op}$ は前述の理由により、目標温度 $T_{do}$ 。

本発明の第2の実施例の冷却制御方法は以上の方法に基づき、次の手順で行われる。

制御装置12は、ある定められた周期毎に入側温度計7から鋼帯の入側温度 $T_{ip}$ を、出側温度計8から鋼帯の出側温度 $T_{op}$ を、鋼帯搬送速度計13からラインスピード $v$ を、鋼帯張力計14から鋼帯にかけられる張力を、冷却温度計15から冷却の温度 $T_w$ を取り込む。

さらに、溶接前後の送りを通じた溶接線の数と作業予定表から、現在冷却装置を通過中の鋼帯の作業番号を知り、前記作業予定表から鋼帯の比熱 $C_p$ 、比重 $\rho$ 、幅 $w$ 、厚さ $t$ 、出側目標温度 $T_{do}$ を取り込む。しかるのちに、前述の方法に基づき可動ロールの押し込み修正値 $\tilde{H}_2$ 、 $\tilde{H}_4$ を算出し、その値を油圧シリンダ制御装置11に伝え、油圧シリンダ10を動かして、第2、4ロールの位置を修正する。

本実施例による制御方法を用いる事により、第1実施例の冷却制御方法の利点を損なう事なく、



の向上が図れる。

又、鋼帯とロールとの接触熱伝達係数、シエルの熱伝導率、シエルと冷媒との熱伝達率などのパラメータを、事前に、正確に決定するのは困難であり、かつ、該冷却装置の経時変化等によってその値が変動する事がある。このような場合、鋼帯の入側表面温度 $T_{ip}$ 、出側表面温度 $T_{op}$ 、可調整パラメータ $\theta$ 、押込み量 $\alpha$ 、 $\beta$ 等を用い、(1)、(2)、(3)式を用いて、上記パラメータを算出し、これから、カルマンフィルター、最小二乗推定、その他の統計処理を用いて真値を推定し、さらに制御精度を向上させる事ができる。

本実施例の場合と従来法の場合の制御効果を第4図、第5図に示す。それぞれの図について縦軸は上から鋼帯厚さ、鋼帯温度、ロール押込み量を示し、横軸は鋼帯の長手方向位置を示す。

本実施例の場合、第4図に示すように、鋼帯温度履歴を検出して冷却用ロールに巻かれている間に、押込み量を各々異なった量で変更するために温度はずれは、ほとんど生じないが、従来法は第5図に

ールで生じた幅方向不均一冷却係と最終ロール出側での幅方向鋼帯温度に大きな影響を与える事を考えれば、前段ロールほどこのサーマルクラウンを小さくおさえておく必要がある。サーマルクラウンは冷却負荷 $Q_c$ に比例する。冷却負荷 $Q_c$ は次式で与えられる。

$$Q_c = \frac{1}{2} K D \theta \omega (T - T_w)$$

但し、 $K$ : 熱伝達係数  
 $D$ : ロール直径  
 $\theta$ : 巻付角  
 $\omega$ : 板幅  
 $T$ : 鋼帯温度  
 $T_w$ : 冷媒温度

ここで、ロール直径 $D$ 、板幅 $\omega$ 、冷媒温度 $T_w$ は各ロールで等しく、熱伝達係数 $K$ は巻付角 $\theta$ と正の相関関係にあり、前段ロールほど鋼帯の温度 $T$ が高い事を考えれば、前段ロールほど冷却負荷 $Q_c$ を小さくするためには、前段ロールほど巻付角 $\theta$ を小さくしなければならない。即ち、巻付角を後段ロールほど大きくし、均一冷却負荷をいしは鉄の品質向上、歩留り向上に大いに貢献する。又、幅方向不均一冷却の発生を防ぐ事ができ、良好な

## 特開60-159127(公)

示すように、出側の鋼帯温度と巻付角との関係にもとづいて巻付角を変更するために大きな温度はずれを生ずる。

従って本発明の第3の実施例について説明する。

複数本の冷却用ロールを用いて鋼帯を冷却する際の特性として、前段ロールで生じた鋼帯温度の幅方向不均一が後段ロールで増幅されるという特性がある。例えば、第1図において第1ロール出側の鋼帯の温度が中央部分で低く端部で高かったような場合、それは第1ロール出側の鋼帯にかかる張力のうち、中央部分の張力増をまねき、それが原因となって第2ロールでは中央部と端部との温度差がさらに拡大する。第6図は横軸に示された第3巻目の冷却用ロールで生じた幅方向温度差が最終冷却用ロール出側で何倍に増幅されるかの実験結果である。図からわかるように、各ロールで生じた幅方向不均一冷却は、前段ロールで生じたものほど最終ロール出側では大きく増幅される。各ロールでおこる不均一冷却の主原因は、冷却用ロールに生ずるサーマルクラウンであり、前段ロ

必要とする。

本実施例は $\theta_1 < \theta_2 < \theta_3 < \theta_4 < \theta_5$  (但し、 $\theta_1$ は第1ロールでの降下温度したがって $\theta_1 < \theta_2 < \theta_3 < \theta_4 < \theta_5$ となる。)となるよう各冷却用ロールでの巻付角を配分する制御方法である。

本実施例による冷却制御方法を用いれば、幅方向不均一冷却の発生を防止する事ができ、幅方向の温度不均一が原因で発生する鋼帯の形状悪化を回避する事ができ、形状のすぐれた鋼帯の安定生産を行なう事ができる。

(発明の効果)

連続焼結設備において冷却用ロールを用いて鋼帯を冷却する際に本発明による冷却制御方法を用いる事により、冷却経路通過時の鋼帯の温度の、同一温度に対する遠心性及び制御精度が従来法と比較して著しく向上し、連続焼結設備における鋼帯の品質向上、歩留り向上に大いに貢献する。又、幅方向不均一冷却の発生を防ぐ事ができ、良好な

特開昭 60-159127 (7)

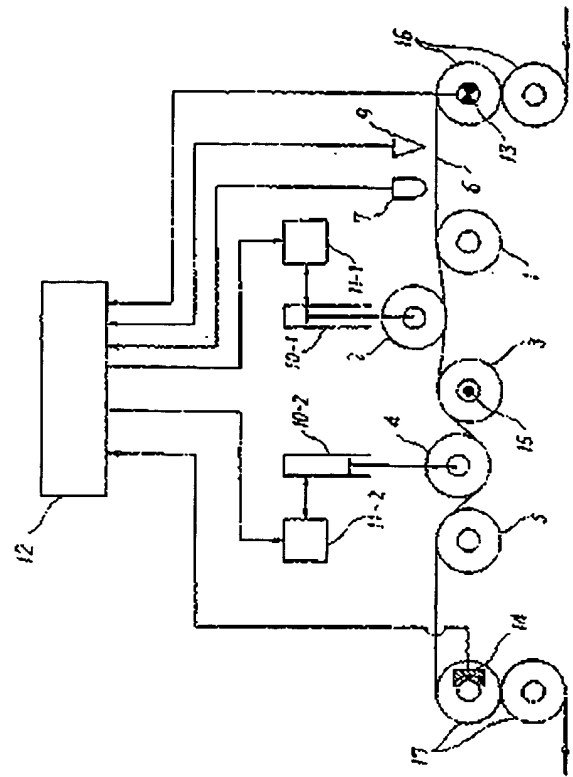
## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例を示す冷却装置の側面図、第2図は冷却装置の主要部寸法を示す図、第3図は本発明の第2の実施例を示す冷却装置の側面図、第4図は本発明の第2の実施例の効果を示す図、第5図は従来法の冷却創傷効果を示す図、第6図は第1番目のロールで生じられる個方向張度差の、最終冷却用ロール出側における増幅率を示す図である。

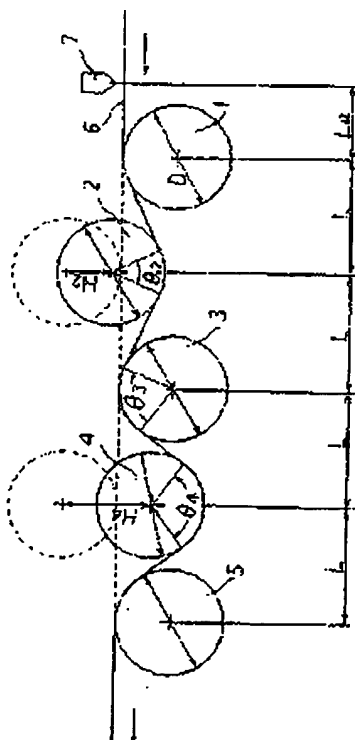
1、2、3、4、5：内部に冷媒を貫流させた冷却用ロール（そのうち、2、4は可動）、6：鋼帯、7：鋼帯の温度を計る入側温度計、8：鋼帯の温度を計る出側温度計、9：露点検出器、10：油圧シリンダ、11：油圧シリンダ制御装置、12：制御装置、13：鋼帯張力計、14：鋼帯張力計、15：冷却温度計、16：入側ブライドルロール、17：出側ブライドルロール

特許出願人 新日本製鐵株式会社  
代理人 大 阪 和 利

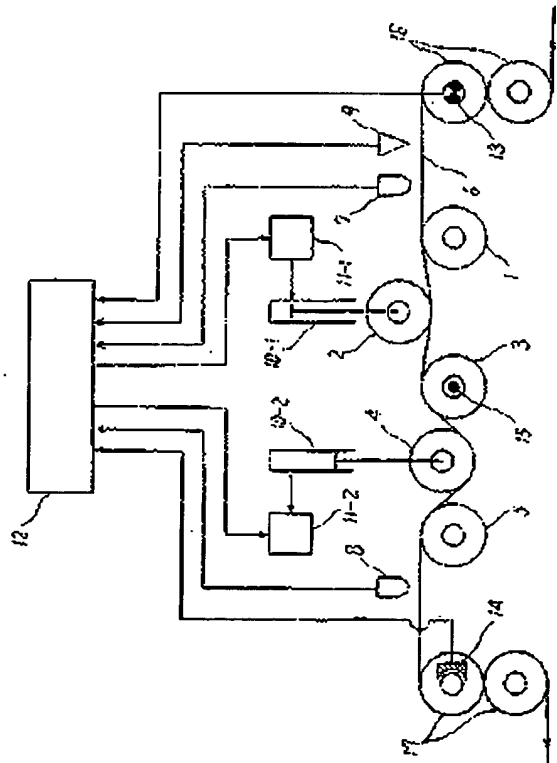
第 1 図



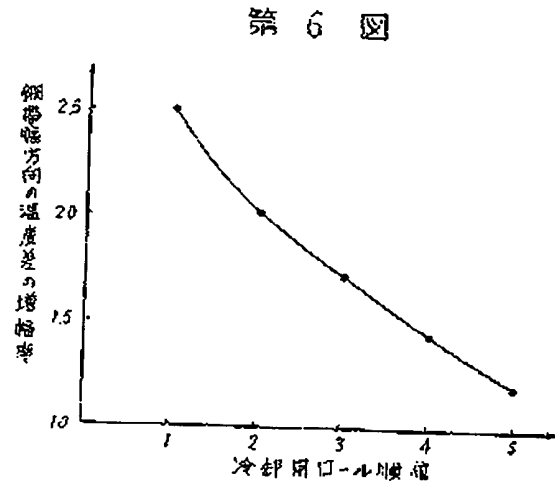
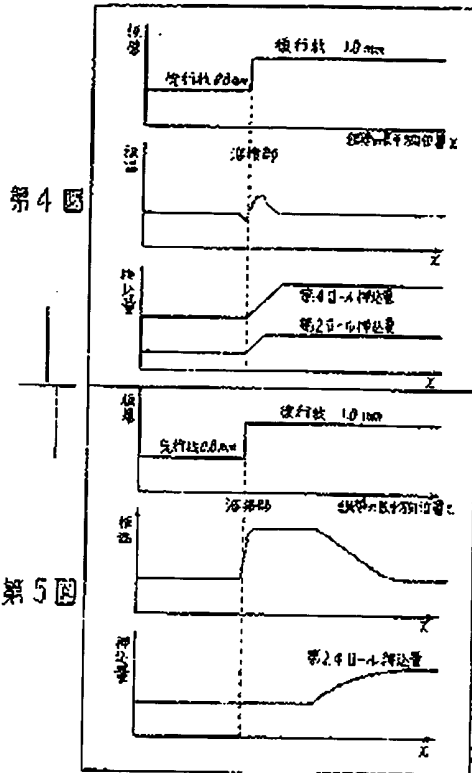
第 2 図



第 3 図



特開昭60-159127(8)



## 特許補正書(方式)

昭和59年5月18日

特許庁長官 若杉和央 殿

## 1. 事件の表示

昭和59年特許願第013907号

## 2. 発明の名称

連続鍛造における鋼棒の冷却制御方法

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

東京都千代田区大手町二丁目6番3号

(665) 新日本製鐵株式会社

代表者 代表 長

## 4. 代理人 代理人

東京都千代田区丸の内二丁目4番1号

丸の内ビルディング374号 TEL 201-4518

弁理士 (6480) 大 岡 和 夫

## 5. 補正命令の日付 昭和59年4月24日(補正日)

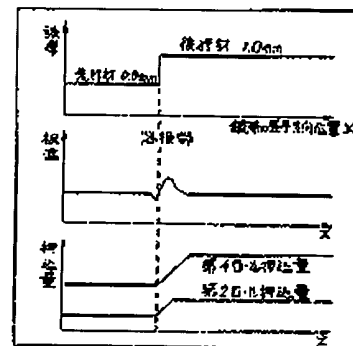
## 6. 補正の対象

図面

## 7. 補正の内容

第4図及び第5図を別紙の通り補正する。

## 第4図



## 第5図

